



Innerhalb der roten Ellipse mit 15 Meter Breite und 150 Meter Länge sollte sich der Lander Philae befinden, der am 12. November 2014 auf 67P aufsetzte.

zeigen, dass im Inneren des Landers nun eine Temperatur von -5 Grad Celsius herrscht und die Sonde auch aus dieser Sicht voll betriebsfähig ist. Außerdem erhält Philae pro Umdrehung des Kerns mit einer Periode von 12,4 Stunden für rund 135 Minuten Sonnenlicht, bis dato waren die Forscher von nur 80 Minuten pro Umdrehung ausgegangen.

Das Wiedererwachen von Philae hat einen bedeutenden Einfluss auf den Betrieb der Muttersonde Rosetta. Um die Kommunikation mit Philae zu verbessern und um eine stabile Funkstrecke zu erhalten, wurde ihre Bahn angepasst. Derzeit befindet sich Rosetta im Formationsflug mit 67P, nicht in einer Umlaufbahn um den Kern. In den zurückliegenden Wochen hielt sich die Sonde meist 200 bis 240 Kilometer von 67P entfernt auf und

ESA / Rosetta / Philae / CIVA

Philae ist aufgewacht

Rund sieben Monate hatte sie geschwiegen, die kleine Tochtersonde Philae der europäischen Kometenmission Rosetta, seit sie am 15. November 2014 nach 57 Stunden Arbeit auf der Oberfläche des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko ihren Betrieb einstellte (siehe

SuW 1/2015, S. 28). Nur wenige Wissenschaftler hatten noch Hoffnung auf ein Wiedererwachen, als am 14. Juni 2015 die Nachricht von neuen Funksignalen von Philae die Runde machte. Philae hatte am späten Abend des 13. Juni für 85 Sekunden Daten an Rosetta übertragen, die einen

überraschend guten Zustand des Landers belegen.

In den folgenden Wochen konnte jeweils für wenige Minuten Funkkontakt mit Philae aufgenommen werden. Auch bei diesen kurzen Kontakten wurden jeweils einige Datenpakete an die Muttersonde Rosetta übertragen. Sie

Der ungewöhnliche Wolf-Rayet-Stern NaSt-1

Im Sternbild Adler, zwischen 3300 und 9800 Lichtjahren von uns entfernt, befindet sich ein massereicher Stern mit der Bezeichnung NaSt-1 oder WR 122. Er ist von einem dichten Nebel aus Gas und Staub umgeben, der ihn weit gehend vor den neugierigen Blicken der Astronomen schützt. Nun untersuchte ein Forscherteam um Jon Mauerhan von der University of California-Berkeley NaSt-1 genauer, der schon vor langer Zeit durch sein Spektrum mit ungewöhnlichen Emissionslinien auffiel. Die Astronomen setzten dafür das Weltraumteleskop Hubble ein und stellten fest, dass der Nebel um NaSt-1 eine Scheibe ist, die rund zwölf Grad zu uns geneigt ist und sich über rund 0,2 Lichtjahre erstreckt.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist NaSt-1 ein Doppelstern. Von einer der

Komponenten strömt Materie auf die andere über. Der massereichere der beiden Sterne hatte sich bereits zu einem Roten Riesen aufgebläht, so dass seine äußeren Hüllen nicht sehr fest an ihn gebunden waren. Außerdem entwickeln Rote Riesen sehr starke Sternwinde, die große Mengen an Materie in den umgebenden Raum abblasen. So kann Materie auf den Nachbarn überströmen, dessen Masse daraufhin zunimmt.

Schließlich ist der größte Teil der aus Wasserstoff bestehenden Hülle auf den Nachbarn übergetreten, so dass das heiße Innere des Spenders freigelegt wird. Es zeigt sich ein Heliumstern, in dem Helium zu Kohlenstoff und Sauerstoff fusioniert. Ein Teil der abgestoßenen Materie wird nicht vom Nachbarstern aufgenommen, sondern verteilt sich in einer weiten

Scheibe, die das Doppelsystem umgibt. Der freigelegte Heliumstern entwickelt sich weiter zu einem Wolf-Rayet-Stern. Dieser produziert große Mengen an Staub und verteilt sie mittels eines starken Sternwinds in seiner Umgebung. Zudem kollidieren die Sternwinde vom Wolf-Rayet-Stern und seinem Begleiter. In der Kontaktzone kommt es zur Bildung von dichten Staubwolken, wobei die Produktionsraten von den Intensitäten der Sternwinde abhängig sind, die Schwankungen unterliegen. Somit entstehen Klumpen aus kühlerem Staub, die beide Sterne umgeben. Im Röntgenlicht lässt sich die Kollisionszone der beiden Sternwinde als helle Region nachweisen, ein Hinweis auf sehr hohe Temperaturen.

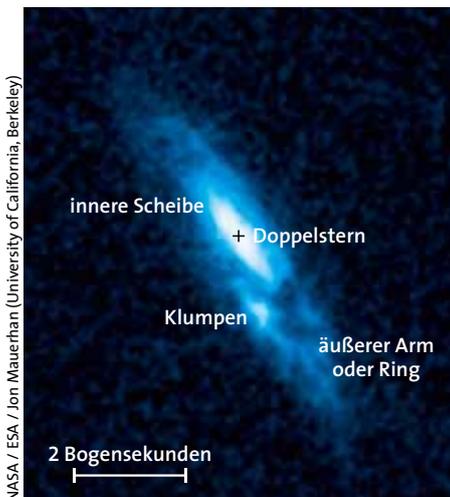
Mauerhan, J. et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, im Druck, 2015

bewegte sich auf einer eigenen Bahn um die Sonne. Ende Juni wurde der Abstand auf rund 160 Kilometer verringert, und Rosetta schwenkte ihre Empfangsantenne in Richtung auf den Kometenkern. Damit hoffen die Missionskontrolleure, in stabilen Kontakt mit Philae zu kommen.

Sollte sich dieser dauerhaft herstellen lassen, so warten mehr als 8000 Datenpakete auf ihre Übertragung zu Rosetta und auf die Erde. Erst nach deren Auswertung wird es möglich sein, den Zustand von Philae und ihren wissenschaftlichen Instrumenten genau zu charakterisieren. Dann können neue Untersuchungen auf dem Kern von 67P geplant werden.

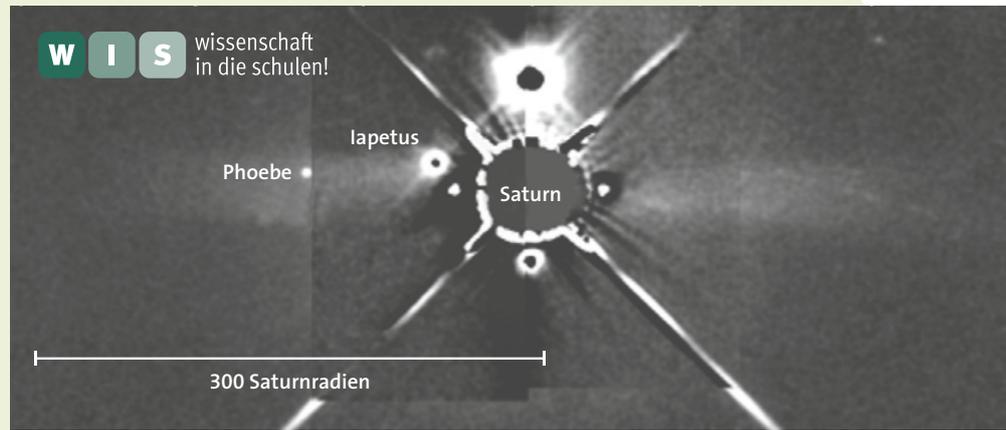
Zunächst würden, um die Energievorräte an Bord zu schonen, lediglich die Sensoren eingeschaltet, die für ihren Betrieb nur wenig Strom benötigen, zum Beispiel die Temperaturfühler des Experiments MUPUS. Darauf würden die Kameras folgen, um sich ein Bild von der Umgebung des Landeplatzes zu machen und um festzustellen, ob sich in den mehr als sieben Monaten seit der Landung dort etwas verändert hat. Sollte die Versorgungslage noch besser werden, so ließen sich beispielsweise die Massenspektrometer an Bord reaktivieren, welche dann die derzeit aus dem Kometenkern austretenden Gase analysieren könnten. Ihr Betrieb ist aber vergleichsweise energieaufwändig.

ESA, 29. Juni 2015



NASA / ESA / Jon Mauerhan (University of California, Berkeley)

Mit dem Weltraumteleskop Hubble ließ sich im sichtbaren Licht eine Staubscheibe um den Wolf-Rayet-Stern NaSt-1 nachweisen.



Hamilton, D. P. et al., Nature 522, S. 185–187, 2015, fig. 1

Wie ein leuchtschwacher, rechteckiger Balken erscheint der Phoebe-Ring um Saturn bei einer infraroten Wellenlänge von 22 Mikrometern. Der Ring erstreckt sich beiderseits des hier stark überbelichteten Saturn über einen Abstand von bis zu 270 Planetenradien. Er ist bis zu 40 Saturnradien dick.

Der Phoebe-Ring um Saturn ist gigantisch

Schon seit mehr als 300 Jahren sind die eindrucksvollen Ringe des Planeten Saturn bekannt. Aber die im Teleskop sichtbaren prächtigen Ringe sind nur die Spitze des Eisbergs, denn weit außerhalb von ihnen befindet sich der größte aller Saturnringe, der sehr leuchtschwache Phoebe-Ring. Er erhielt seinen Namen nach dem in ihm umlaufenden Saturnmond Phoebe. Nun untersuchte ihn eine Forschergruppe um Douglas P. Hamilton an der University of Maryland genauer und griff dabei auf die Bilddaten des Infrarotsatelliten WISE zurück, den »Wide-field Infrared Survey Explorer«. Dieser hatte in den Jahren 2010 bis 2011 den gesamten Himmel in vier unterschiedlichen infraroten Wellenlängen abgetastet, wobei auch Saturn ins Blickfeld des Teleskops geriet.

Der Phoebe-Ring wurde schon im Jahr 2009 mit dem Infrarotteleskop Spitzer entdeckt, aber die neuen Untersuchungen enthüllen nun die wahren Dimensionen dieses Ringgiganten. Er erstreckt sich über eine Breite von 540 Saturnradien, das sind 32,6 Millionen Kilometer oder rund ein Fünftel des Abstands Erde–Sonne. Nach innen lässt er sich eindeutig bis zu einem Abstand von 100 Saturnradien nachweisen, also rund sechs Millionen Kilometer. Möglicherweise reicht er aber auch bis auf 50 Saturnradien an den Planeten heran. Darauf lassen die Bilder von WISE schließen, die jedoch in diesem Bereich vom hellen Licht des Saturn überstrahlt werden. Im Gegensatz zu den auffälligen inneren Saturnringen, die maximal etwa 100 Meter dick sind, ist der Phoebe-Ring eine dicke Scheibe mit einer Mächtigkeit von 40 Saturnradien (2,4 Millionen Kilometer), entsprechend dem 6,3-fachen Abstand Erde–Mond. Auf den Bildern von WISE, die bei einer Wellenlänge von 22 Mikrometern entstanden, erscheint der Phoebe-Ring als ein leuchtschwacher Balken mit einem stark überbelichteten Saturn in der Mitte.

Der äußere Saturnmond Phoebe umrundet Saturn auf einer stark elliptischen Bahn im Bereich von 180 bis 250 Saturnradien und gilt als Quelle der Ringpartikel: Phoebe unterliegt einem ständigen Bombardement von interplanetaren Teilchen, die Material aus ihm herauschlagen. Ein großer Teil davon entweicht wegen der schwachen Schwerkraft des Mondes in den umgebenden Weltraum und sammelt sich im Umfeld seiner Umlaufbahn an.

Durch den Strahlungsdruck der Sonne und den wesentlich schwächeren Poynting-Robertson-Effekt werden die kleinen Teilchen des Phoebe-Rings langsam in Richtung Saturn verschoben. Sie benötigen nach den Modellrechnungen der Forscher um Hamilton etwa 150 000 Jahre, bis sie den Planeten erreichen. Vorher treffen sie aber auf die Monde Iapetus, Hyperion und Titan. Nature 522, S. 185–187, 2015

LISA-Pathfinder soll im Herbst starten

Der Satellit soll Technologien zum Nachweis von Gravitationswellen im Weltraum erproben. Im August 2015 wird LISA-Pathfinder zum Startplatz Kourou in Französisch-Guayana transportiert, und im Herbst ist der Start mit einer VEGA-Trägerrakete geplant.

DSCOVR ist am Ziel

Das »Deep Space Climate Observatory« hat Anfang Juni 2015 seinen Einsatzort am Lagrangepunkt L1 erreicht und nimmt im Sommer seine Arbeit auf. DSCOVR überwacht die Aktivität unserer Sonne.

Exoplanet GJ 436b hat einen Kometenschweif

Die extrasolare Welt GJ 436b ist von einer ausgedehnten Hülle aus Wasserstoffgas umgeben, die in einen langen Schweif ausläuft. Im Ultravioletten verdunkelt der Planet bei den Durchgängen vor seiner Sonne für mehrere Stunden den Stern um mehr als 50 Prozent.

Aktive Vulkane auf der Venus bestätigt

Auf Infrarotaufnahmen der europäischen Raumsonde Venus Express aus dem Jahr 2008 stießen Forscher auf eine Region, die bis zu 830 Grad Celsius heiß ist. Damit ist ihre Temperatur beträchtlich höher als der Durchschnittswert von 460 Grad Celsius. Es dürfte sich daher um erkaltende Lava aus einem Vulkan handeln.

Rosetta-Mission wird verlängert

Die europäische Raumsonde soll den Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko noch bis September 2016 erkunden. Danach wird Rosetta sanft auf dem Kometenkern aufsetzen.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auf www.spektrum.de/astronomie und [www.twitter.com/Sterne_Weltraum](https://twitter.com/Sterne_Weltraum)

Die erste Massenbestimmung eines marsgroßen Exoplaneten

Rund 220 Lichtjahre von uns entfernt im Sternbild Leier befindet sich der Rote Zwerg Kepler 138. Er wird von drei Planeten umrundet, die im Jahr 2009 mit dem Weltraumteleskop Kepler entdeckt wurden. Aus den Messdaten von Kepler lassen sich aber nur die Durchmesser und die Umlaufperioden dieser Welten bestimmen, Aussagen über ihre Masse und damit ihre Zusammensetzung sind nicht möglich.

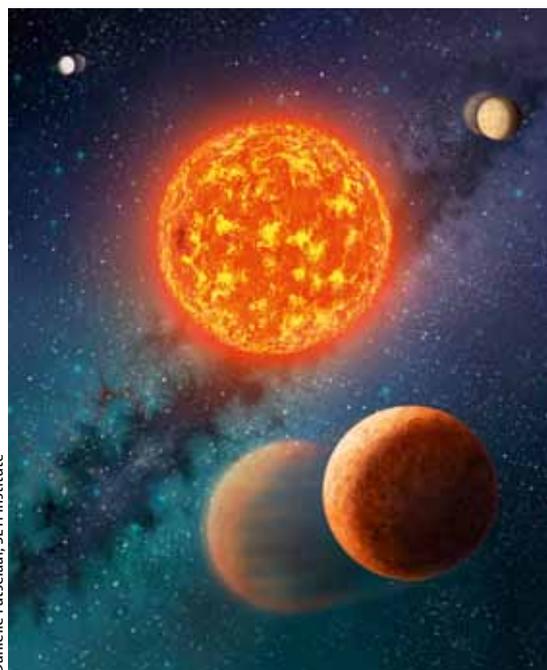
Ein Forscherteam um Daniel Jontof-Hutter an der Pennsylvania State University nutzte nun das Verfahren der Transitzeiten-Variation (englisch: transit timing variation), um die Masse des innersten und kleinsten Planeten zu ermitteln. Bei vorangegangenen Untersuchungen anderer Astronomengruppen konnten die Massen der beiden äußeren und größeren Welten ermittelt werden, aber bei Kepler 138b ist das dafür eingesetzte Radialgeschwindigkeitsverfahren nicht empfindlich genug, den Planeten als solchen wahrzunehmen. Die Transitzeiten-Variation nutzt den Umstand aus, dass sich die drei Planeten im System von Kepler 138 wechselseitig durch ihre Schwerkraft bei ihren Umläufen beeinflussen und es dabei zu geringen Verspätungen und Verfrühungen kommt.

Kepler 138c und d umlaufen ihren Mutterstern in 13,8 und 23,1 Tagen, ihre Umlaufzeiten stehen in einem Verhältnis von annähernd 5:3. Kepler 138b

benötigt 10,3 Tage für einen Umlauf, zu Kepler 138c beträgt das Verhältnis der Umlaufzeiten 4:3. Somit kommen sich die Planeten in annähernd periodischen Abständen nahe und ziehen sich wechselseitig an. Dadurch verändern sich die Umlaufzeiten um ihr Zentralgestirn geringfügig. Aus diesen Abweichungen lassen sich über aufwändige rechnerische Verfahren schließlich die Massen der drei Welten ableiten. Für Kepler 138b ergeben sich daraus 0,07 Erdmassen. Dies ist etwas weniger als die Masse des Mars in unserem Sonnensystem, die etwa ein Zehntel der Erdmasse beträgt. Damit ist Kepler 138b der bislang masseärmste Planet um eine ferne Sonne, bei dem sich die Masse bestimmen ließ.

Aus dem bekannten Durchmesser des Planeten leiten die Forscher eine mittlere Dichte von nur 2,6 Gramm pro Kubikzentimeter ab – möglicherweise enthält Kepler 138b größere Mengen an Wasser, was die mittlere Dichte reduzieren würde. Das Wasser müsste allerdings fest in seinen Gesteinen gespeichert sein, denn Kepler 138b trennen von seinem Zentralgestirn nur rund 0,08 Astronomische Einheiten. Trotz seines leuchtschwachen Sterns erhält Kepler 138b somit die 6,8-fache Intensität der Sonneneinstrahlung, die auf die Erde fällt. Somit ist diese Welt für Leben, wie wir es kennen, wohl denkbar ungeeignet.

Jontof-Hutter, D. et al., Nature 522, S. 321–323, 2015



Danielle Futselaar, SETI Institute

Das dreiköpfige Planetensystem von Kepler 138 im Sternbild Leier enthält den bislang kleinsten Exoplaneten, dessen Masse sich ermitteln ließ. Kepler 138b ist etwa halb so groß wie die Erde und enthält sieben Prozent ihrer Masse.

Drei Kandidaten für mittelgroße ESA-Mission

Im Rahmen ihres wissenschaftlichen Langzeitprogramms Cosmic Vision will die Europäische Raumfahrtbehörde ESA im Jahr 2025 ihre vierte M-Klasse-Mission ins All schicken. Dafür hatte sie im letzten Jahr die europäische Wissenschaftsgemeinde zu Vorschlägen aufgerufen. Daraufhin trafen 27 Vorschläge ein, die von einer Expertenkommission auf ihre wissenschaftliche Bedeutung und Qualität abgeklopft wurden. Auf ihre Empfehlung hin benannte Alvaro Giménez, der Direktor der ESA-Abteilung Science und Robotic Exploration, drei Projekte, für die nun detaillierte Studien zu ihrer Machbarkeit folgen. Ausgewählt wurden der »Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey (ARIEL)«, der »Turbulence Heating Observer (THOR)« und XIPE, der »X-ray Imaging Polarimetry Explorer«.

ARIEL soll die Atmosphären von rund 500 verschiedenen extrasolaren Planeten untersuchen, die relativ nahe Sterne umrunden. Daraus erhoffen sich die Astronomen Aufschluss über die chemischen Zusammensetzungen und die dort herrschenden Druck- und Temperaturbedingungen. Aus diesem Datenbestand ließen sich Vergleiche mit den Planeten in unserem Sonnensystem anstellen.

THOR ist eine Mission für die Plasmaphysik und erkundet vor allem die

Wechselwirkungen des Sonnenwinds mit der irdischen Magnetosphäre. Dabei geht es den Forschern vorrangig um Aufheizvorgänge in den elektrisch geladenen Gasen und die darauf folgende Energiefreisetzung in turbulenten Plasmen.

XIPE soll die Röntgenstrahlung von energiereichen Prozessen im Universum erforschen, beispielsweise Supernova-Explosionen, galaktische Jets oder Schwarze Löcher. Dabei muss der Satellit so empfindlich sein, um erstmals die Polarisation der hier freigesetzten Röntgenstrahlung untersuchen zu können. XIPE stellt also fest, ob diese Strahlung

eine bevorzugte Schwingungsebene aufweist.

Sobald die detaillierten Studien vorliegen, wird wiederum eine Expertenkommission die Qualität der Vorschläge beurteilen und eine Empfehlung aussprechen. Die dann ausgewählte Mission erhält schließlich die dafür notwendigen Finanzmittel und geht in die Definitions- und Bauphase über. Eine mittelgroße Mission der ESA bedeutet, dass die Kosten einen Betrag von rund 500 Millionen Euro nicht überschreiten dürfen, während eine Mission der L-Klasse mehr als das Doppelte kosten kann.

ESA, 7. Juni 2015



ESA / ATC medialog

Drei unterschiedliche Vorschläge gehen in das Rennen für die nächste ESA-Mission mittlerer Größe: ARIEL soll rund 500 Planeten um relativ nahe Sterne untersuchen (links), XIPE beobachtet die Röntgenstrahlung von energiereichen Vorgängen im Universum (Mitte), und THOR soll die Wechselwirkungen des Sonnenwinds mit dem irdischen Magnetfeld im Detail erkunden (rechts).

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des informativen und reich illustrierten Sachbuchs »Kosmische Kollisionen – Der Hubble-Atlas der Galaxien« gewinnen, das im Springer-Spektrum-Verlag Heidelberg erschien.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **9. August 2015** per E-Mail mit der Betreffzeile »Mondinneres« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de



Frage 1: Die Astrogeologen nennen den Mond auch eine:

- a) Rumpelkammer
- b) Museumswelt
- c) Friedhofswelt

Frage 2: Der eiserne Mondkern hat einen Durchmesser von:

- a) 240 Kilometern
- b) 340 Kilometern
- c) 440 Kilometern

Frage 3: Die flüssige Schicht im eisernen Mondkern ist:

- a) 120 Kilometer dick
- b) 100 Kilometer dick
- c) 80 Kilometer dick

Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 9. August 2015 die richtigen Lösungen an die genannte E-Mail-Adresse senden, nehmen an der Verlosung teil. Bitte dabei unbedingt die Postanschrift angeben. Maßgebend ist der Tag des Eingangs. Ausgeschlossen von der Teilnahme sind die Mitarbeiter der Spektrum der Wissenschaft

Verlagsgesellschaft mbH und deren Angehörige. Die Preise sind wie beschrieben. Ein Tausch der Gewinne, eine Auszahlung in bar oder in Sachwerten ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mit der Teilnahme am Gewinnspiel erkennt der Einsender diese Teilnahmebedingungen an.

Astronomen entdecken leuchtstärkste Galaxie

Die neu entdeckte Galaxie WISE J224607.57-052635.0 fasziniert die Astronomen um Chao-Wei Tsai vom Jet Propulsion Laboratory der NASA in Pasadena. Denn sie ist die leuchtstärkste Welteninsel, die Forscher bislang aufgespürt haben. Mit einer Rotverschiebung von $z = 4,6$ erscheint uns WISE J224607.57-052635.0 so, wie sie vor 12,5 Milliarden Jahren aussah – und strahlt mit einer Helligkeit von 300 Billionen Sonnenleuchtkräften. Die Forscher hatten die Galaxie mit Hilfe des Infrarotsatelliten WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) aufgespürt, der von 2010 bis 2011 den gesamten Sternhimmel im Infrarotbereich durchmustert hatte. Die nun in den Daten aufgespürte Welteninsel gehört zu der erst kürzlich entdeckten Klasse der extrem leuchtstarken Infrarotgalaxien (ELIRG).

Wahrscheinlich ist ein äußerst massereiches Schwarzes Loch im Zentrum der Galaxie für die extreme Leuchtstärke verantwortlich. Es ist gerade dabei, große Mengen an Materie aufzunehmen. Dieses heiße Gas strömt mit sehr hoher Geschwindigkeit zum Schwarzen Loch und sammelt sich dort in einer schnell rotierenden Scheibe an. Gleichzeitig heizt sich das Gas auf und gibt dadurch Strahlung im sichtbaren, ultraviolett und im Röntgenlicht ab. Dieses Licht wird vom kosmischen Staub der Galaxie absorbiert, wodurch sich dieser aufheizt und große Mengen von Infrarotstrahlung abgibt – die von WISE aufgefangen wurde. Anhand der Leuchtstärke kalkulieren die Forscher, dass das zentrale Schwarze Loch die milliardenfache Masse unserer Sonne aufweist. Diese Masse



NASA / JPL-Caltech

Ein künstlerische Darstellung der Galaxie WISE J224607.57-052635.0 verdeutlicht die extrem intensive Sternentstehung vor rund 12,5 Milliarden Jahren.

stellt bisherige Theorien zur Entstehung von Schwarzen Löchern in Frage, da es physikalische Wachstumsgrenzen für kompakte Objekte dieser Art gibt. Möglicherweise wurde dieses Schwarze Loch massereicher geboren, als bisher angenommen wurde. Oder es könnte mehr Materie konsumieren, als es die Wachstumsgrenze erlaubt – etwa weil es sehr langsam rotiert und deshalb mehr Gas aufnehmen kann.

Tsai, C.-W. et al., The Astrophysical Journal, im Druck, 2015

New Horizons: Freie Bahn zu Pluto

Wenn Sie dieses Heft erhalten, hat die US-Raumsonde New Horizons den Zwergplaneten Pluto und seine fünf Monde bereits passiert. Ein ausführlicher Bericht hierzu wird im Septemberheft erscheinen. Zum Redaktionsschluss der vorliegenden Ausgabe hatten Auswertungen der Bilder, welche die Sonde vor dem Vorbeiflug zur Erde gefunkt hatte, ergeben, dass keine Hindernisse im Pluto-System auf New Horizons lauern. Auf den Bildern der Telekamera LORRI, dem »Long-range Reconnaissance Imager«,

fanden sich auch bei sorgfältiger Analyse keine Staubringe um Pluto oder seinen größten Mond Charon. Zudem konnten die Forscher um Alan S. Stern vom Southwest Research Institute keine weiteren Monde um Pluto entdecken. Solche Trabanten müssten somit rund viermal so schwach leuchten wie der dunkelste und kleinste Plutomond Kerberos.

Dies war eine große Beruhigung für die Missionskontrolleure, welche somit die im Vorfeld minuziös geplante Vorbeiflugsequenz für den 14. Juli 2015 umsetzen

konnten (siehe SuW 7/2015, S. 32). Somit wurde keine im Rekordtempo berechnete alternative Flugroute notwendig.

Für die Untersuchungen nahm LORRI Hunderte von jeweils zehn Sekunden lang belichteten Bildern des Plutosystems auf, die dann speziellen Bildauswerteverfahren unterworfen wurden. Auf den Aufnahmen zeigten sich Pluto und seine fünf bekannten Monde, aber keine weiteren Objekte.

Am 14. Juni 2015 wurde zudem ein kleines Schubmanöver zur Bahnkorrektur durchgeführt. Dabei wurde der Bordantrieb für 45 Sekunden gezündet und veränderte die Geschwindigkeit der Sonde um 52 Zentimeter pro Sekunde. Das Manöver sorgte dafür, die Bahn von New Horizons um 755 Kilometer näher an den idealen Vorbeiflugpunkt zu schieben, der bei 12.500 Kilometer zur Pluto-Oberfläche liegt. Zudem wurde die Ankunftszeit um 84 Sekunden verzögert. JHU-APL, 15. Juni 2015

19,6 Millionen Kilometer oder 13 Prozent des Abstands Erde-Sonne trennten die US-Raumsonde New Horizons vom Zwergplaneten Pluto und seinem größten Mond Charon am 27. Juni 2015.

NASA / JHU Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute



Die weißen Flecken auf Ceres hüten weiter ihr Geheimnis

Auch nachdem die US-Raumsonde Dawn Anfang Juni 2015 in eine neue und tiefere Umlaufbahn eingetreten war, können die weißen Flecken auf dem Zwergplaneten Ceres nach wie vor ihr Geheimnis wahren. Im Juni befand sich Dawn auf dem so genannten Survey Orbit in 4400 Kilometer Höhe und erfasste die gesamte Oberfläche mit einer räumlichen Auflösung von 410 Metern pro Bildpunkt. Die bislang schärfsten Bilder des Zwergplaneten enthüllen die stark zerkraterte Oberfläche von Ceres.

In Zusammenhang mit den Einschlagkratern stehen die hellen Flecken auf der Oberfläche von Ceres, die teilweise schon auf den unscharfen Bildern des Weltraumteleskops Hubble auffielen. Nach wie vor ist unklar, woraus sie bestehen oder wie sie entstanden sind. Auch auf den neuesten Bildern lässt sich der Ursprung des auffälligsten von ihnen, der sich in einem Krater von 90 Kilometer Durchmesser befindet, nicht enträtseln.

Die Aufnahmen zeigen, dass er unregelmäßig geformt ist, einen Durchmesser von rund sieben Kilometern hat und von mehreren kleineren Flecken begleitet ist. Interessanterweise sitzt er direkt auf dem Zentralberg des Kraters.

Die an der Dawn-Mission beteiligten Wissenschaftler um Andreas Nathues am Max-Planck-Institut für Sonnensys-

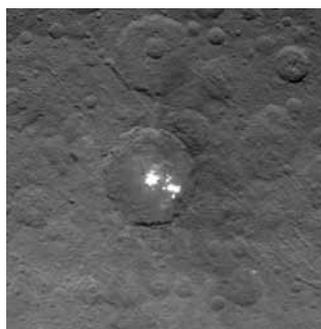
temforschung in Göttingen spekulieren, dass es sich um durch neue Einschläge freigelegtes Wassereis oder um Ablagerungen von Salzen handeln könnte. Auch könnten die Flecken ein Hinweis auf nach wie vor anhaltende innere geologische Aktivität des am Äquator rund 963 Kilometer großen Himmelskörpers sein. Die Auflösung der Bilder reicht aber für eine Entscheidung derzeit noch nicht aus.

Der Kraterreichtum der Ceres-Oberfläche weist auf ein hohes geologisches Alter aus der Frühzeit des Sonnensystems vor mehr als vier Milliarden Jahren hin. Die Entstehung von Einschlagkratern war offenbar der wichtigste Mechanismus, der die Oberfläche des Zwergplaneten gestaltete.

Dawn umrundete Ceres auf dem Survey Orbit bis Ende Juni, bevor sie sich mit Hilfe ihres Ionenantriebs noch näher an den Himmelskörper herantastete. Anfang August wird sie sich dann nach rund einem Monat Flugzeit im »High Altitude Mapping Orbit« (HAMO) befinden und Ceres in einem Abstand von 1450 Kilometern zur Oberfläche umrunden.

Dieser so genannte hohe Kartierorbit wird zur Erstellung einer dreidimensionalen Karte des Zwergplaneten mit einer Auflösung von 130 Metern pro Bildpunkt genutzt. Vielleicht geben dann die hellen Flecken endlich ihr Geheimnis preis. MPS, 10. Juni 2015

Nach wie vor rätselhaft ist der Ursprung dieser hellen Flecken in diesem Einschlagkrater mit einem Durchmesser von rund 90 Kilometern. Der hellste von ihnen sitzt exakt auf dem Zentralberg des Kraters und erstreckt sich über sieben Kilometer. Er könnte aus Wassereis oder Salzen bestehen.



NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA



Vor 50 Jahren

Einige neue Ergebnisse der Marsforschung

»Auch in der Planetenforschung [wird] der notwendige apparative Aufwand immer umfangreicher. So nennt ... GERARD P. KUIPER sein Institut in Arizona ... »Lunar and Planetary Laboratory«. ... In [dessen Mitteilungen] ... (Vol 2 Nr. 31–35) berichtet KUIPER ... über neue ... Arbeiten und Ergebnisse bei Mars. ... [Zunächst] werden die bisher bekannten Daten über die Marsatmosphäre diskutiert. ... Aus ... Polarisationsmessungen ... berechnete DE VAUCOULEURS 1954 einen Bodendruck von 64 ± 3 mb bzw. 85 ± 4 mb. ... Es [gibt aber einen von] ... festen Partikeln herrührenden Anteil. ... Berücksichtigt man [diesen] Beitrag, ... so reduziert sich die obere Grenze für den Bodendruck auf 30 mb. ... [Dann] beschreibt der Autor ausführlich die Spektraluntersuchungen im Bereich 1 bis 2.5μ , welche detailliertere und genauere Werte ... liefern. ... Die Spektren wurden ... 1963 am ... McDonald-Observatorium gewonnen. Zur Absoluteichung der Spektren wurden zahlreiche Modellversuche im Labor durchgeführt. ... Es ergab sich ein CO_2 -Gehalt der [Marsatmosphäre] von 11.5 meter atm. und ein Bodendruck von 17 ± 3 mb (Vergleich Erde: 1000 mb).«

(SuW, Juli/August 1965, S. 167)

Als dieser Kurzbericht 1965 in SuW erschien, befand sich die Raumsonde Mariner 4 im Anflug auf Mars, den sie dann am 15. Juli in 9850 Kilometer Entfernung passierte. Kuiper, der führende Planetenforscher jener Jahre, stellte in den erwähnten Mitteilungen die bisherigen Ergebnisse der Fernerkundung dar. Das war nicht wenig: Schon im 19. Jahrhundert wurde die Existenz der Marsatmosphäre aus dem Auftreten von Sandstürmen erschlossen; 1947 folgerte Kuiper aus Infrarotspektren, dass CO_2 ein wichtiger Bestandteil dieser Atmosphäre sein müsse. Dies wurde durch seine Ableitung eines recht geringen Gesamtdrucks zur Gewissheit. Inzwischen können auch Isotopenverhältnisse wichtiger Elemente aus erdgebundenen Beobachtungen von Spektrallinien bestimmt werden.

Noch ergiebiger ist, was Raumsonden vor Ort ermittelten. Die Veränderung der Radiosignale von Mariner 4 beim Durchlaufen der Marsatmosphäre schränkte den Luftdruck am Boden auf 4,1 bis 7,0 Millibar ein. Die Landstationen der Viking-Sonden bestätigten dies und bestimmten 1976 auch die genaue Zusammensetzung der Marsatmosphäre: 95 Prozent CO_2 , je 2 Prozent Stickstoff und Argon, sehr geringe Mengen der anderen Gase, darunter nur 1,3 Promille Sauerstoff.

Nun gilt es, die Entwicklung der heutigen Marsatmosphäre gut genug zu verstehen, um herauszufinden, ob auf Mars früher einmal ein lebensfreundlicheres Klima herrschte. Der derzeit aktive Mars-Orbiter MAVEN liefert seit Ende 2014 Ergebnisse, mit denen das ständige »Abdampfen« der Marsatmosphäre konkret studiert werden kann. Ein genauere Blick auf die Frühzeit dieses damals erdähnlichen Planeten scheint langsam möglich zu werden. CHRISTOPH LEINERT